

02180487 \*\*Image available\*\*

SEMICONDUCTOR LASER DEVICE

Pub. No.: 62-097387 [JP 62097387 A]

Published: May 06, 1987 (19870506)

Inventor: KUWAMURA YUJI

Applicant: NEC CORP [000423] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

Application No.: 60-236935 [JP 85236935]

Filed: October 23, 1985 (19851023)

INTL CLASS: International Class: 4 ] H01S-003/18; G02B-006/42

JAPIO Class: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical

Equipment); 44.2 (COMMUNICATION -- Transmission Systems)

JAPIO Keyword: R002 (LASERS); R012 (OPTICAL FIBERS)

Journal: Section: E, Section No. 545, Vol. 11, No. 304, Pg. 126, October 03, 1987 (19871003)

ABSTRACT

PURPOSE: To make it possible to utilize laser light efficiently, by guiding emitted light from a semiconductor laser to a condenser lens through a medium, whose refractive index is specified, thereby narrowing the beam projecting angle of the semiconductor laser.

CONSTITUTION: Laser light is coupled into an optical fiber 6 by using a SELFOC lens 5. In this constitution, it is necessary that the light emitted from a semiconductor laser 1 is coupled into the fiber 6 efficiently. For this purpose, a space between the semiconductor laser 1 and the SELFOC lens 5 is filled with a medium (refractive index oil) 10, whose refractive index is larger than 1. By the constitution of such a coupling system, the optical coupling loss between the semiconductor laser 1 and the optical fiber 6 can be improved by several dB.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-97387

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)5月6日

H 01 S 3/18  
// G 02 B 6/42

7377-5F  
7529-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体レーザ装置

⑯ 特 願 昭60-236935

⑰ 出 願 昭60(1985)10月23日

⑱ 発 明 者 桑 村 有 司 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 本庄 伸介

## 明 細 書

### 1. 発明の名称

半導体レーザ装置

### 2. 特許請求の範囲

半導体レーザの光放射端面から半導体レーザ光集光用レンズに到る光路をなす媒質の屈折率が1より大なることを特徴とする半導体レーザ装置。

### 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、半導体レーザとこの半導体レーザの出射光を収束する集光レンズとを備える半導体レーザ装置に関する。

(従来の技術)

近年、半導体レーザは、光ファイバ通信、情報処理用光源として実用化が急速に進展している。このような状況下では、半導体レーザに要求される特性は、高出力、低しきい値、高効率などであ

り、ますます高性能の素子が望まれている。また、半導体レーザからの放射光の有効利用という観点から、ビーム放射角の低減が半導体レーザ装置の高性能化を図る上で重要な課題である。

一般に、半導体レーザの放射ビームの放射角は、レーザダイオードの素子構造に強く依存している。

例えば、水平方向放射角半値幅  $\theta_h$  はストライプ幅  $s$  及びその両側との屈折率差  $\Delta n_x$  で変わり、

垂直方向放射角半値幅  $\theta_v$  は活性層厚  $d$  及び活性層とクラッド層との屈折率差  $\Delta n_{\perp}$  によつて変化

する。さらにこれらの構造パラメータは、素子特性と密接な関係をもっており、 $\theta_v$  を低減しよう

として活性層厚を薄くし、屈折率差  $\Delta n_{\perp}$  を小さくするとしきい値電流  $I_{th}$  の急激な増加をまね

いたり、垂直方向のキャリアとじ込め効果が小さくなつて温度特性が悪くなる。また水平方向放射

ビーム放射角は、単一横モードの発振の制御を行う導波構造(利得導波構造または埋め込みヘテロ

(BH)構造)によつて大まかに決定されるといつても過言ではない。以下述べたように半導体レ

ーザの放射ビーム放射角は、従来半導体レーザの素子構造の設定と共に決定されていた。

(発明が解決しようとする問題点)

従来の半導体レーザ装置では半導体レーザのビーム放射角が広がったから半導体レーザの出射光の利用効率が低くかった。そこで本発明の目的は、半導体レーザのビーム放射角を低減させ、半導体レーザからの光を有効に利用する半導体レーザ装置の提供にある。

(問題点を解決するための手段)

前述の問題点を解決するために本発明が提供する半導体レーザ装置は、第1図に原理的な構造を示すように、半導体レーザ1の光放射端面から半導体レーザ光集光用レンズ3に到る光路をなす媒質の屈折率が1より大なることを特徴とする。

(作用・原理)

本発明の実施例を述べる前に本発明の作用・原理を簡単に説明する。一般に半導体レーザの出射端面から十分遠く離れた所での出射光面分布は、フレネル・キルヒホッフ回折積分から理解されて

本発明は、この $k$ を大きくする方法として屈折率が1より大きな媒質を使用することを特徴とする。

次にビームの回折現象であるが、この現象はあるスリット幅 $W$ を有するスリットに波長 $\lambda$ の電磁波が入射した時に生じ、スリット幅 $W$ が小さくなり電磁波の波長 $\lambda$ に近づくにつれてこの現象が大きくなる。通常の半導体レーザの出射波長は $1\mu\text{m}$ 前後で出力端面での電磁界分布もそれと同程度であるので、この現象がビーム放射角に与える影響は大きいといえる。今考えている半導体レーザの場合スリットに相当するのが半導体レーザ出射端面での電磁界分布であり、半導体レーザ構造により決定されているものである。そこで回折現象をおさえるためには、出射光の自由空間内の波長を短くする必要があるが、本発明の自由空間に屈折率が1より大きな媒質を使用することは、実効的に波長を短くすることに相当し、ビーム放射角低減にきわめて有効な方法となる。

次に本発明の効果を確認するため、GaAs活性層、 $\text{Al}_{0.5}\text{Ga}_{0.5}\text{As}$ 層の $\lambda = 0.9\mu\text{m}$ ダブルヘテ

いるように、半導体レーザの導波路端面での屈折現象と主ビームの回折による広がりによつて理解できる。そこで半導体レーザビーム放射角の低減法を検討するには、両現象について理解する必要があるので、以下簡単に第2図を参照してこれらの点について考察する。

屈折現象は、スネルの法則から理解されるように導波路端面からの主ビームの屈折角 $\theta_m$ はおおよそ

$$\theta_m = \sin^{-1}(r/k) \quad \text{..... ①}$$

で与えられる。ここで $k$ は自由空間における波数ベクトル、 $r$ は半導体レーザの活性層内での第2図に示す $y$ 方向の波数ベクトルである。①式からわかるように $\theta_m$ を小さくするには、 $r$ を小さくするか又は $k$ を大きくすればよい。 $r$ を小さくするには、活性層厚 $d$ を薄くしたり、導波路の垂直方向の屈折率差 $\Delta n_{\perp}$ を小さくする必要があるが、これらの構造パラメータは上で述べたように素子特性に大きな影響を与える。そこで $\theta_m$ を小さくするには $k$ を大きくすることが重要になつてくる。

□半導体レーザを考える。第3図には活性層の屈折率及び層厚をそれぞれ3.59及び $0.15\mu\text{m}$ 、クラッド層の屈折率を3.385とし、自由空間の屈折率 $n$ をそれぞれ1, 1.5, 2と変化した場合の半導体レーザのビーム放射角パターンを示す。この結果からわかるようにビーム放射角半値幅は、自由空間の屈折率を1, 1.5, 2と大きくするにつれてそれぞれ $40.6^\circ$ ,  $28.4^\circ$ ,  $21.6^\circ$ と低減している。これからわかるように自由空間の屈折率を1から1.5に大きくするだけでビーム放射角半値幅を約 $10^\circ$ 以上低減することができ、本発明の効果を十分確認することができる。以上の説明では、GaAs系の半導体レーザを例として挙げて本発明の効果を確認したが、前述の原理から明らかなようにInP系を含むすべての半導体レーザでも本発明は同様の効果をあげることができる。

(実施例)

以上に述べるところにより、自由空間の屈折率を大きくすることにより、半導体レーザの放射角が大幅に低減することがわかった。次に本発明の

実施例をあげることにする。

半導体レーザの出射光をファイバ内へ効率よく結合させるためには通常セルフオックレンズや球面レンズなどが用いられる。第4図(a)はセルフオックレンズ5を使用してファイバ6内へレーザ光を結合させる一般的な構成を示す図である。

半導体レーザ4の出射光を効率よくファイバ6に結合するには、本発明の一実施例を示す第4図(b)のように、半導体レーザ1とセルフオックレンズ5の間を1より大きな屈折率を有する媒質10(例えば屈折率オイルなど)で満たすことにより実現できる。このような結合系を構成することにより以下に述べるように半導体レーザ1と光ファイバ6間の光の結合損失が数dB改善できる。第5図は、セルフオックレンズ5を用いた第4図(a)の結合系において $1.3\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザ1の放射角をパラメータとして像倍率に対する半導体レーザ1と光ファイバ6間での光の結合損失を見積つたものである。今、放射角 $40^\circ \times 30^\circ$ の半導体レーザを屈折率約1.5の屈折率オイル10を

は $1.3\mu\text{m}$ の半導体レーザの放射角をパラメータとして像倍率に対する半導体レーザと光ファイバ間での光の結合損失の見積を示す図である。

図において、1は半導体レーザ、2は屈折率が1より大きい媒質、3は半導体レーザ光の集光用レンズ、5はセルフオックレンズ、6はファイバ、10は屈折率が1より大きい媒質(屈折率オイル)である。

用い上記の結合系を構成したとすればセルフオックレンズ前面での放射角は約 $30^\circ \times 20^\circ$ 前後となり結合損失が2~3dB改善される。このように本発明によれば半導体レーザからの光を有効に利用することができる。

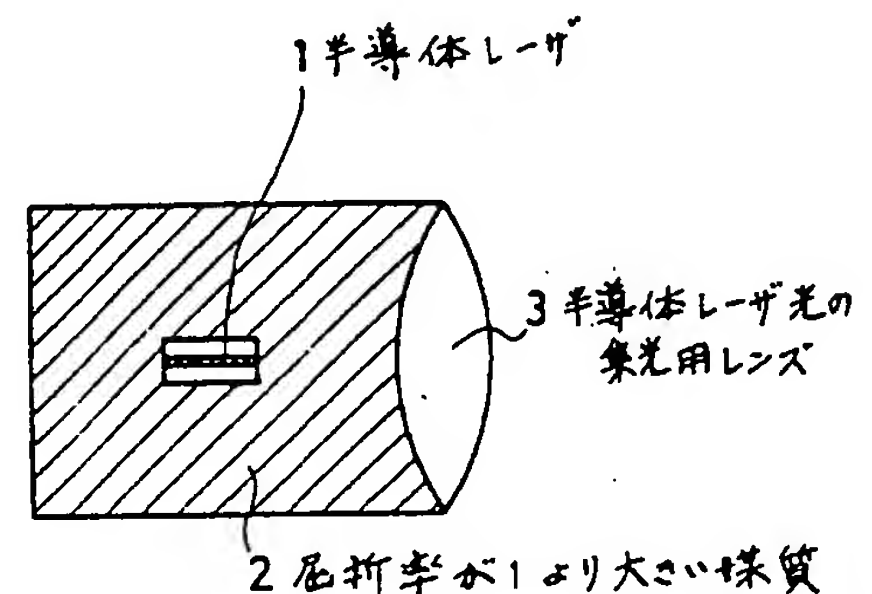
(発明の効果)

以上に詳しく説明したように、本発明によれば半導体レーザの出射光を屈折率が1より大きい媒質で集光レンズに導くことにより、半導体レーザの放射ビームの放射角をせまくすることができ、効率よくレーザ光を利用することができる。

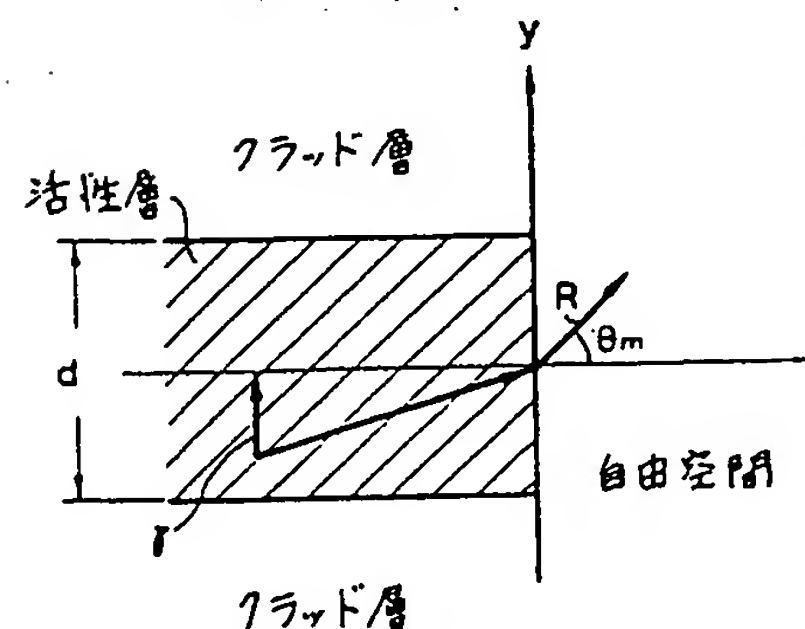
#### 4図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理的な構成を示す図、第2図は平板光導波路端面での導波モードの屈折を示す図、第3図は自由空間の屈折率の変化による半導体レーザの遠視野像の変化を示す図、第4図(a)はセルフオックレンズを用いた半導体レーザとファイバとの一般的な結合系を示す構成図、第4図(b)は本発明の一実施例を示す構成図、第5図

第1図

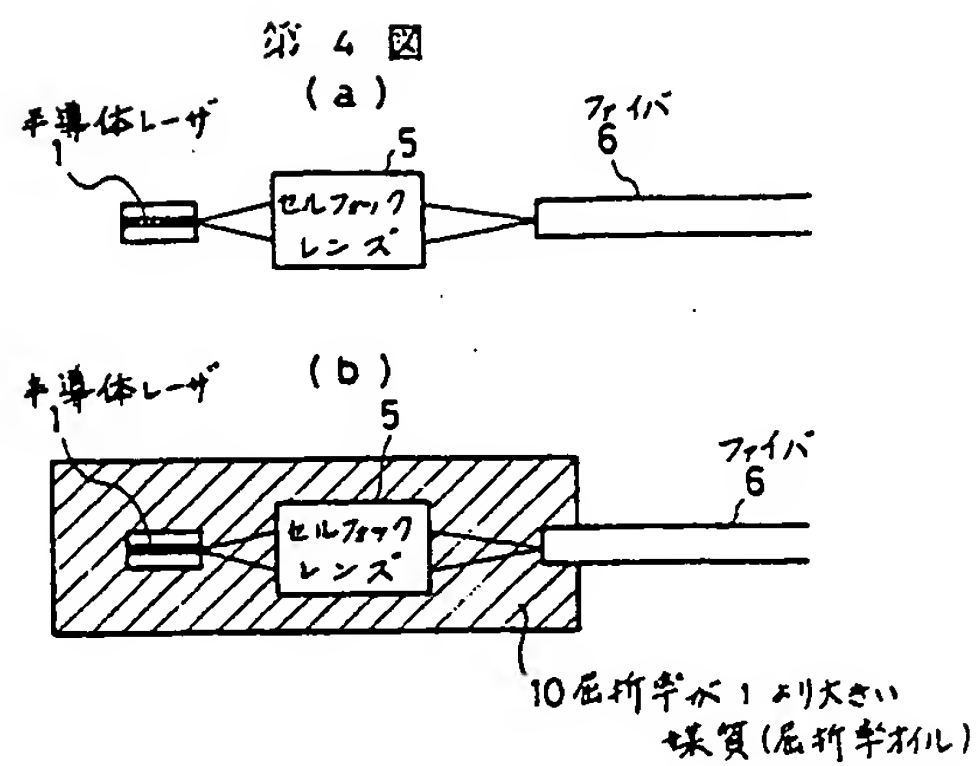
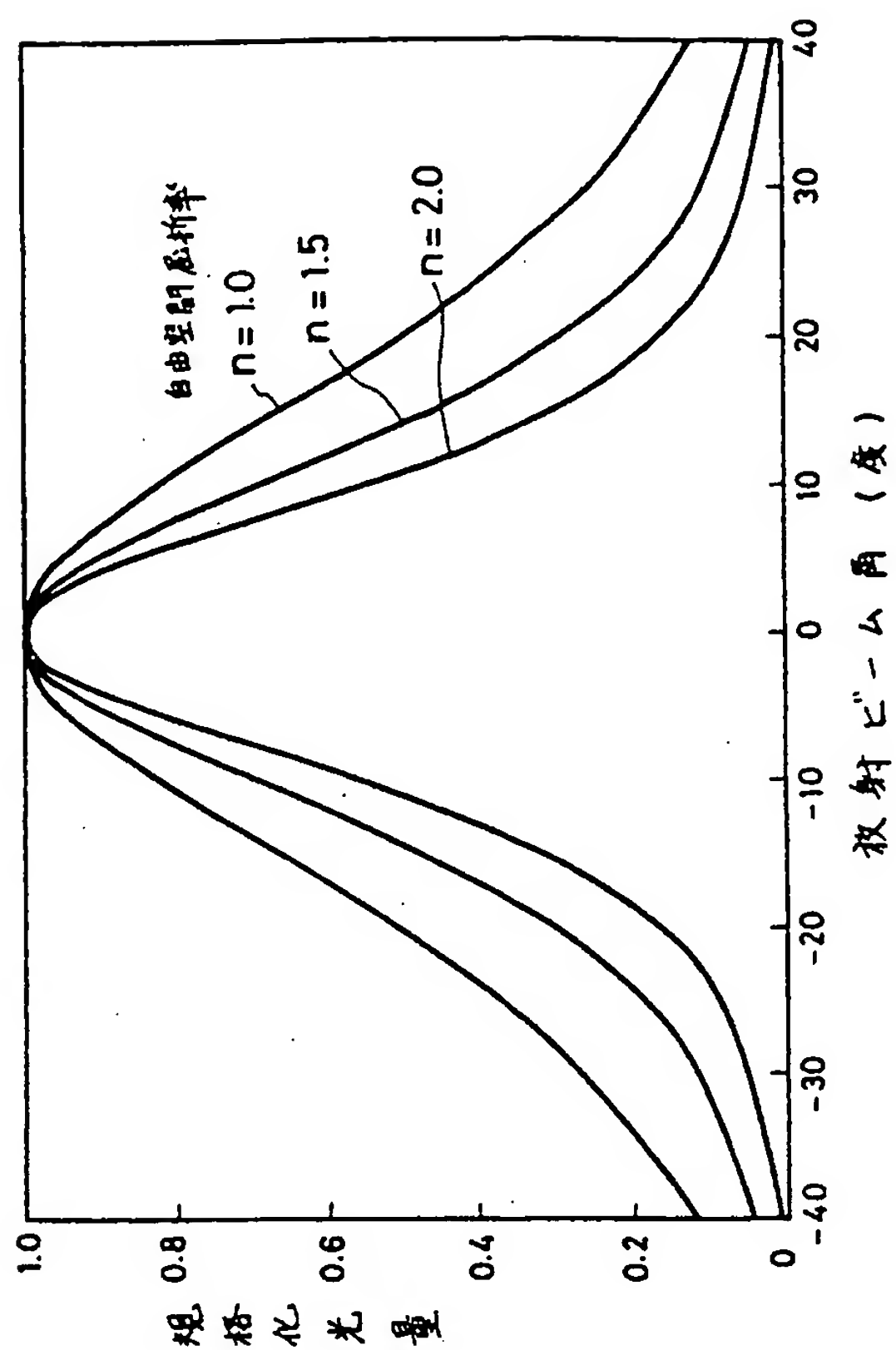


第2図



代理人 弁理士 本 庄 伸 介

第3図



第5図

